

Opinnäytetyö AMK

Tieto- ja viestintätekniikan koulutus

2020

Joel Pihlajasalo

AKUSTONVALINTATYÖKALU

– Laitetilojen varavirtajärjestelmien
laitesuunnittelutyökalu

Joel Pihlajasalo

AKUSTONVALINTATYÖKALU

- Laittilojen varavirtajärjestelmien laitesuunnittelutyökalu

Teleoperaattorit ovat vastuussa omien laiteilojensa vikasietoisuudesta. Viranomaismääräyksien mukaiset varmistukset toteutetaan varavirtajärjestelmillä, jotka ylläpitävät laiteilan aktiivilaitteita, mikäli valtakunnan sähköverkkoon tulee katkos. Teleoperaattorit ovat vastuussa laiteiloihin mitoitettavista varavirtajärjestelmistä, eli tasasuuntaajista ja akustoista ja niiden ylläpidosta.

Teleoperaattorit laajentavat omaa toimintaansa ympäri Suomea. Mitä enemmän datalaitteita laiteiloihin tuodaan sitä suuremmat tehontarpeet tarvitsee varmistaa voimalaitejärjestelmillä. Voimalaitejärjestelmillä varmistettavat aktiivilaitteet on määrätty varmistettavaksi viranomaisten toimesta.

Tämän opinnäytetyön tarkoituksena oli kehittää työkalu, jonka avulla voidaan laskennallisesti selvittää optimaalinen akustokokoonpano. Työkalulla voidaan suunnitella ja varmistaa suunnitelmia akustovarmistuksen osalta laiteiloissa. Suunnittelutyökalulla pyritään nopeuttamaan suunnitteluprosessia. Työkalulla varmistetaan laskennallisesti kokoonpano, jolla pystytään ylläpitämään laiteilan aktiivilaitteet sähkökatkoksen aikana. Työkalulla lasketaan akustojen vaatimukset liikenne- ja viestintäviraston määräyksen 54b mukaisesti. Työkalun oli määrä olla helppokäyttöinen ja helposti perehdytettävissä uusille käyttäjille.

Opinnäytetyössä selvitettiin tarvittavat varavirtajärjestelmien laitesuunnitteluun tarvittavat lähtötiedot. Tiedot kerättiin määrämuotoisiin taulukoihin. Työkalu toteutettiin Excelillä. Työkaluun rakennettiin omat taulukot akustoille ja muille muuttujille. Käyttöliittymän kentät rakennettiin pudotusvalikoilla, jotta se olisi mahdollisimman helppokäyttöinen.

Työkalu saatiin valmiiksi ja se täyttää opinnäytetyössä määritellyt tavoitteet. Työkalulla voidaan laskea optimaalinen kokoonpano. Työkaluun rakennettiin myös vertaileva taulukko, jolla voidaan vertailla valmista suunnitelmaa taulukon omaan laskennalliseen kokoonpanoon. Työkalulla nähdään mikäli esitetty ratkaisu toteuttaa kapasiteettitarpeen mukaisen varmistuksen ja viranomaismääräykset. Työkalu vähentää suunnitelmien tekemiseen ja tarkistamiseen käytettävää työaikaa. Suunnitteluvirheiden määrä on laskenut ja työaikaa säästyy. Työkalu ylitti odotukset.

ASIASANAT:

Varavirtajärjestelmät, suunnittelu, tasasuuntaajajärjestelmä, akusto, mitoitus, suunnittelutyökalu

Joel Pihlajasalo

BATTERY SELECTION TOOL

- Planning tool for battery selection in base station environment

Teleoperators are responsible for their own base stations and its redundancy. Government officials has declared standards for redundancy power systems which runs the active network components during blackouts. Teleoperators are responsible for their own redundancy DC power systems, batteries and their maintenance.

Teleoperators are expanding their services throughout Finland. They bring more and more access network devices to the sites which increases power requirements of the site. Sites must fulfill the requirements set by Traficom regulations which are stated in document 54b.

Purpose of this thesis is to create an easy to use planning tool which would help with battery selection in base station environment. The tool would be used to calculate an optimal battery setup which meets the set official standards. The calculations will make sure that the batteries can discharge enough energy to maintain required standards. The tool should be easy to instruct for new employees and planners.

The requirements to make the planning tool was researched and discovered. The information was filled in Excel tables. The tool was created with Excel. The tool has it's own pages for batteries and other variables. The user interface was created using drop-down menus in order for it to be easy to use.

The tool was created successfully and all the requirements were met. The planning tool calculates optimal battery setup for sites based on the given variables. Extra tables was created for users to compare existing plans to the tools optimal setup. This makes it easy to verify if the created plan is lawful.

With this tool the planners are able to save time and make sure that the plan fills the Traficom regulations. Plans are optimal and there will be less waste. The tool also reduces the amount of planning errors and saves money and time. The tool exceeded expectations.

KEYWORDS:

Teleoperator, redundancy, DC power system, battery, planning, planning tool.

SISÄLTÖ

KÄYTETYT LYHENTEET	5
1 JOHDANTO	1
2 LÄHTÖTIETOJEN HANKINTA	2
2.1 Suunnittelun lähtökohdat	2
2.2 Työkalun tarvittavien tietojen kartoittaminen	6
3 TOTEUTUS	8
3.1 Työkalun pohjan valinta	8
3.2 Tarvittavien tuotetietojen kerääminen	8
3.3 Laskurien rakentaminen	9
3.4 Käyttöliittymän rakentaminen	9
4 KÄYTTÖÖNOTTO	12
4.1 Infotilaisuus	12
4.2 Koulutustilaisuus	12
POHDINTA	14
LÄHTEET	16

KÄYTETYT LYHENTEET

I	Sähkövirta (A). [7]
P	Teho (W). [7]
U	Jännite (V). [7]
Akusto	Yksi akusto vastaa 48 V:n akkukokoonpanoa [3]
Jännite	Jännite (V) kuvaa kahden pisteen välistä sähköistä potentiaaliero. [7]
KPI	Key Performance Indicator. Tavoitteiden etenemisen seurantaan tai seurannassa käytettävät mittari.
LTE	Long Term Evolution. Laajakaistaisen internetyhteyden käyttöön suunniteltu niin sanottu neljännen sukupolven (4G) langaton tiedonsiirtotekniikka. [5]
N+1	Tarkoitetaan sellaista laitteistovarmistusta, jossa on N kpl tarvittavia laitteita ja niille yksi varalaitte. [1]
N+2	Tarkoitetaan sellaista laitteistovarmistusta, jossa on N kpl tarvittavia laitteita ja niille kaksi varalaitetta. [1]
Sähkövirta	<i>Sähkövirran yksikkö on ampeeri (A). Sähkövirran voi rinnastaa esimerkiksi veden virtaukseen. [7]</i>
Teho	<i>SI-järjestelmän mukainen tehon tunnus on P ja yksikkö watti (W). Teho lasketaan jännitteen ja virran avulla: $P = U \times I$. [7]</i>
VoLTE	Voice over Long-Term Evolution. Puhelut jotka kulkevat 4g verkon yli. [6]
Rollout	Systemaattinen palvelun, tuotteen tai toiminnon jalkauttaminen.
Viestintäverkon tai -palvelun komponentti	Verkkoelementti, laite tai tietojärjestelmä, joista viestintäverkko tai -palvelu muodostuu tai jota se hyödyntää. [1]
Vpc	Volts per cell. Yhteen akuston kennoon kohdistuva jännite. [3]

1 JOHDANTO

Vikasietoisuus on verkkoinfrastruktuurin yksi peruspilareista. Vikasietoisuudella tarkoitetaan, esimerkiksi tilannetta, jossa laitetilassa poikkeuksellisista syistä katkeaa sähkö. Sähkökatkoksen aikana voimalaitteiden, eli tasasuuntaajajärjestelmän ja akustojen tulee ylläpitää aktiivilaitteiden toimintaa siihen asti, kunnes sähkö palautuvat tai akustosta loppuu virta. Sähkökatkon yllättäessä matkaviestintäverkon tulee toimia liikenne- ja viestintäviraston määräyksien mukaisesti. [1]

Mobiiliverkkojen tekniikoiden kehittyessä asiakkaille halutaan tarjota nopeampia ja luotettavampia yhteyksiä. Mobiiliverkkotekniikoiden kehittyemisellä tarkoitetaan uusien generaatioiden syntymistä, tuoreimpana 5G. Uudet tekniikat kuitenkin kuluttavat toinen toistaan enemmän sähköä. Mobiiliverkkojen ylläpitoon on määrätty standardit viranomaisten toimesta. [1]

Operaattoreiden rakentamat 4G-verkot kattavat lähes koko Suomen. 4G:tä on käytetty verkon palveluiden käyttöön. Esimerkiksi töiden tekeminen, suoratoistopalvelut ja pelaaminen onnistuvat sujuvasti 4G-verkon yli. 4G tukee myös IP-puhelin palveluita, esim VoLTE. Muokkaamalla puhelinverkkoa IP-pohjaiseksi, vanhemmat verkon generaatiot 2G ja 3G voidaan myöhemmin lakkauttaa. Vanhempien generaatioiden purkaminen mahdollistaisi mastoihin ja pylväisiin lisää tilaa ja vähentäisi tuulikuormaa. Sähkönkulutusta saadaan myös pienennettyä, jos vanhempaa tekniikkaa pystytään purkamaan pois.

Opinnäytetyön päätavoitteena on kehittää voimalaiterakentamisen laitesuunnittelun laadua ja läpimenoaikaa. Suunnitteluvirheet maksavat yrityksille vuosittain tuhansia euroja ja satoja työtunteja. Laadukaalla suunnittelulla säästetään rahaa ja työaikaa. Säästetyillä resursseilla pystytään toteuttamaan useampia suunnitelmia. Suunnittelutyökalulla voidaan nopeuttaa suunnittelu-aikataulua ja prosessin läpimenoaika lyhenee. Projektien suunnittelu-aikatauluja lyhentämällä suunnitelmia pystytään tuottamaan vuoden aikana enemmän ja yritys pystyy tuottamaan asiakkailleen laadukkaampaa palvelua.

Lisäksi tavoitteena on tehdä laitesuunnittelusta mahdollisimman yksinkertaista ja karsimaan inhimillisten virheiden määrää. Yksinkertaistamalla prosessia ja suunnittelua uusien työntekijöiden perehdyttäminen helpottuu.

Opinnäytetyön tavoitteena on tehdä työkalu, jonka avulla saadaan molemmat tavoitteet toteutettua.

2 LÄHTÖTIETOJEN HANKINTA

2.1 Suunnittelun lähtökohdat

Voimalaiterakentamisen suunnitelmissa otetaan huomioon nykyiset laittilan varmistusta vaativat aktiivilaitteet. Suunnitelmassa otetaan myös kantaa laittilan elinkaareen. Ope-
raattorit laajentavat omaa toimintaansa rollout rakentamisella.

Tasasuuntaajajärjestelmän tulee pystyä jälleenvaraamaan akuston kapasiteetti kahdek-
saankymmeneen prosenttiin, 24 tunnin aikana. Jälleenvaraukselle varataan tasasuun-
taajajärjestelmästä yksi tai kaksi tehomodulia. Tätä kutsutaan N+1 tai N+2 varmen-
nukseksi [1]

Akuston mitoituksessa tulee selvittää laittilan varmistusaikavaatimus. Varmistusaika-
vaatimukset on määritelty liikenne- ja viestintäviraston, Traficomın määräyksessä
54B/2014 M. Viestintäverkon tai -palvelun komponentit on varmistettava viestintäviras-
ton määräyksien mukaisella tavalla. Ensin on kuitenkin tutustuttava viestintäviraston
määritykseen viestintäverkon tai -palvelun komponentin tärkeysluokituksesta. [1]

Laittilan tärkeysluokat on määritelty verkon komponenttien perusteella. Tärkeysluokat
Taulukossa 1 on listattu palvelun komponenttien vaikutus laittilan tärkeysluokkiin. Lai-
ttilan tärkeysluokka-asteikko on määritelty yhdestä viiteen, jossa tärkeysluokka 1 on
tärkein.

Taulukko 1. Tärkeysluokat. [1,8]

Tärkeysluokka	Viestintäverkon tai -palvelun komponentti
1	<p>Komponentti, joka vaikuttaa viestintäpalveluihin yli 60 000 km² alueella tai</p> <p>komponentti, joka vaikuttaa suuruusluokaltaan</p> <ul style="list-style-type: none"> • ≥ 200 000 käyttäjän yleiseen puhelinpalveluun tai • ≥ 200 000 käyttäjän tekstiviestipalveluun tai • ≥ 200 000 käyttäjän internetyhteyspalveluun tai • ≥ 500 000 käyttäjän sähköpostipalveluun tai • ≥ 300 000 käyttäjän joukkoviestintäpalveluun tai • ≥ 600 000 käyttäjän muuhun viestintäpalveluun.
2	<p>Komponentti, joka vaikuttaa viestintäpalveluihin yli 20 000 km² alueella tai</p> <p>komponentti, joka vaikuttaa suuruusluokaltaan • ≥ 50 000 käyttäjän yleiseen puhelinpalveluun tai</p> <ul style="list-style-type: none"> • ≥ 50 000 käyttäjän tekstiviestipalveluun tai • ≥ 50 000 käyttäjän internetyhteyspalveluun tai • ≥ 200 000 käyttäjän sähköpostipalveluun tai • ≥ 100 000 käyttäjän joukkoviestintäpalveluun tai • ≥ 300 000 käyttäjän muuhun viestintäpalveluun.

(jatkuu)

Taulukko 1 Tärkeysluokat (jatkuu) [1,8].

3	<p>Komponentti, joka vaikuttaa</p> <ul style="list-style-type: none"> • ≥ 1000 käyttäjän yleiseen puhelinpalveluun tai • $\geq 20\,000$ käyttäjän yleiseen puhelinpalveluun, joka tarjotaan internet-yhteyspalvelun päällä tai • $\geq 10\,000$ käyttäjän tekstiviestipalveluun tai • ≥ 1200 käyttäjän internetyhteyspalveluun tai • ≥ 2500 käyttäjän internetyhteyspalveluun, joka on tuotettu koaksiaalikaapelipohjaisella kaapelitelevisioverkolla tai • $\geq 100\,000$ käyttäjän sähköpostipalveluun tai • $\geq 50\,000$ käyttäjän joukkoviestintäpalveluun tai • $\geq 100\,000$ käyttäjän muuhun viestintäpalveluun.
4	<p>Komponentti, joka vaikuttaa</p> <ul style="list-style-type: none"> • ≥ 250 käyttäjän yleiseen puhelinpalveluun tai • $\geq 10\,000$ käyttäjän yleiseen puhelinpalveluun, joka tarjotaan internet-yhteyspalvelun päällä tai • ≥ 250 käyttäjän internetyhteyspalveluun tai • ≥ 1500 käyttäjän internetyhteyspalveluun, joka on tuotettu koaksiaalikaapelipohjaisella kaapelitelevisioverkolla tai • $\geq 30\,000$ käyttäjän sähköpostipalveluun tai • $\geq 20\,000$ käyttäjän joukkoviestintäpalveluun tai • $\geq 50\,000$ käyttäjän muuhun viestintäpalveluun.
5	<ul style="list-style-type: none"> • Kiinteän puhelinverkon keskitin tai • kiinteän verkon internetyhteyspalvelun laajakaistakeskitin joka palvelee yli 100 käyttäjää tai • kiinteän langattoman internetyhteyspalvelun tukiasema tai • maanpäällisen joukkoviestintäverkon komponentti, joka palvelee yli 50 kotitaloutta tai • kuitukaapelipohjaisen kaapelitelevisioverkon komponentti, joka palvelee yli 50 kotitaloutta tai • koaksiaalikaapelipohjaisen kaapelitelevisioverkon komponentti, joka palvelee yli 4000 kotitaloutta tai • komponentti, joka vaikuttaa yleiseen puhelinpalveluun tai • komponentti, joka vaikuttaa yli 5 000 käyttäjän sähköpostipalveluun.

Laitetilojen tärkeysluokittelu on siis hyvin vahvasti sidonnainen käyttäjien määriin. Laitetilojen tärkeysluokat asettavat myös muita ylläpidollisia vastuita laitetalan omistajille. Turvallisuus ja kulkuoikeudet tiukentuvat mitä tärkeämmästä tärkeysluokan kohteesta on kyse.

Varmistusaikavaatimukset on määritelty liikenne- ja viestintäviraston, Traficomin määräyksessä 54B/2014 M [1]. Varmistusaikavaatimukset vaihtelevat 2 ja 12 tunnin välillä, tarkemmat määrittelyt löytyvät varmistusaikavaatimus taulukosta. (Taulukko 2.) Varmistusaikavaatimuksiin vaikuttaa oleellisesti, onko laitetilä varustettu varavoimailaitoksella.

Taulukko 2. Varmistusaikavaatimukset. [1,8]

Tärkeysluokka 8)	Varateholähteen varmistusaika ^{1), 2)}	Varavoimailaitos ja muut vaatimukset
1	≥ 3 tuntia ⁹⁾	Kiinteä varavoimailaitos, jonka varmistuksena on: 3), 9) - kiinteän varavoimailaitoksen N+1 - varmistus tai - varateholähteen varmistusajan pidentäminen vähintään 6 tuntiin tai - käytettävissä oleva siirrettävä varavoimailaitos liitännämahdollisuuksineen
2	≥ 6 tuntia ⁴⁾	Kiinteä varavoimailaitos tai käytettävissä oleva siirrettävä varavoimailaitos liitännämahdollisuuksineen
3	≥ 12 tuntia ^{4), 5)}	Siirrettävän varavoimailaitoksen liitännämahdollisuus, jos varavoimailaitoksen käyttö on kohteessa mahdollista
4	≥ 6 tuntia ⁴⁾	Siirrettävän varavoimailaitoksen liitännämahdollisuus, jos varavoimailaitoksen käyttö on kohteessa mahdollista
5	≥ 3 tuntia ^{6), 7)}	Siirrettävän varavoimailaitoksen liitännämahdollisuus, jos varavoimailaitoksen käyttö on kohteessa mahdollista

Laitetilojen tärkeysluokat ei kuitenkaan ole ainoa asia joka määrittää kyseisen laitetalan varmistusaikavaatimuksen. Varmistusaikavaatimuksen määrittelyssä on otettava myös

huomioon laittilan maantieteellinen sijainti. Vaikeakulkuisissa paikoissa kuten saaris-
toissa olevat laittilat vaativat pidemmän varmistusaikavaatimuksen, yleisimmin 6 h.
Poikkeuksia on myös taajamaa-alueilla eli kaupungeissa ja kiinteistöissä olevat pienet
laittilat. Niiden varmistusaikavaatimuksina saattaa olla 2 tuntia.

2.2 Työkalun tarvittavien tietojen kartoittaminen

Suunnitelmia varten on selvitettävä niihin vaikuttavat tekijät. Tasasuuntaajajärjestelmien
laite-suunnittelussa tulee ottaa huomioon tasasuuntaajajärjestelmään tehontarve, pääke-
kuksen sulakkeiden koko, laajennusvara, $n+1$ tai $n+2$ varmistus, laittilan elinkaari, lai-
ttilan keskilämpötila, varmistusaikavaatimus, osakuormanpudotukset, tilan koko ja lat-
tian kantavuus.

Akuston mitoituksessa on otettava huomioon laittilan tasasuuntaajajärjestelmän akus-
tolsulakkeiden koko ja määrä, onko laittilassa akustohuonetta, laittilan keskilämpötila,
etäisyys akuston ja tasasuuntaajajärjestelmän välillä, osakuormanpudotukset ja lattian
kantavuus.

Laite-suunnittelua varten laitetoimittajilta kerättiin yksityiskohtaiset tiedot laitteista. Tuote-
katalogien pohjalta toimittajiin otettiin yhteyttä ja pyydettiin tarkat tuotekohtaiset tekniset
dokumentit. Suunnittelut pohjautuvat laitetilietojen teknisiin dokumentteihin. Toimittajilla
on useita tuotteita ja tuotteilla on omat yksilölliset tekniset dokumentit. Akustojen tekni-
sistä dokumenteista käy ilmi tuotenimikkeet, pituus, leveys, korkeus, massa, purkuvirta
eri jännitearvoilla ja lämpötiloissa ja muita teknisiä arvoja.

- Mitoitustyökaluun tarvittavat tiedot
 - Akustot
 - Toimittaja
 - Tuotenimike
 - Purkuarvot
 - 2h
 - 3h
 - 4h
 - 6h
 - 12h
 - Yhteen akustoon sisältyvien akkujen lukumäärä [2]
 - Kokonaismassa
 - Voiko asentaa aktiivilaitetilaan
 - Mitat
 - Leveys
 - Pituus
 - Korkeus
 - Tasasuuntaajat
 - Toimittaja
 - Tuotenimike
 - Moduuli
 - Tyyppi
 - Teho
 - Moduulipaikkojen lukumäärä
 - Maksimiteho
 - Akustosulakkeiden määrä
 - Osakuormapudotuksien lukumäärä
 - Sulakekoot
- Akustoparametrien selvittäminen
 - Kapasiteettitarve
 - Varmistusaikavaatimus
 - Akustojen lukumäärä
 - Akustihuone
- Tasasuuntaajaparametrien selvittäminen
 - Kestovarausjännite
 - Maksimiteho
 - Osakuormapudotuksien tarve
 - N+1 tai N+2
 - Sulakekoot
 - Lattia- seinä- vai räkkiasennus

3 TOTEUTUS

3.1 Työkalun pohjan valinta

Akustonvalintatyökalu rakennettiin Excel-pohjalle. Yrityksen käyttämä kapasiteettitarvelaskuri akuston mitoitustyökalu on toteutettu myös Excel-pohjalla. Akuston mitoitustyökalulla saatava kapasiteettitarve on helposti siirrettävissä valintatyökaluun. Excel on kaikkien yrityksen työntekijöiden ja urakoitsijoiden käytettävissä, joka helpottaa työkalujen jakamista, myös eri päätelaitteiden välillä.

Excelillä ylläpidettävät taulukot on helposti päivitettävissä. Excel-pohjainen työkalu ei vaadi mittavaa kehitysbudjettia työkalun ylläpidon ja jatkokehityksen kannalta. Taulukoita tulee kuitenkin ylläpitää aina kun toimittajien tuotekatalogit muuttuvat.

3.2 Tarvittavien tuotetietojen kerääminen

Lähtötietojen selvittelyn jälkeen, niistä piti luoda listat, ja siirtää excel työkalulle. Olimme akustotoimittajiimme yhteyttä, jotta saisimme tarkat tiedot suoraan tehtaalta akuston purkuarvojen osalta. Toimittajat toimittivat tarvitsemamme mittaustulokset jotka oli varmistettu tehtaan testaustiloissa.

Tasasuuntaajajärjestelmät olivat operaattorin tuotteistamat, joten niiden tekniset tiedot oli saatavilla jo omasta tietopankista.

Työkaluun luotiin akustotaulu omalle välilehdelle, johon listattiin akustojen tekniset tiedot. Tärkeimmiksi kentiksi määriteltiin toimittaja, tuotenimike, 2 h:n, 3 h:n, 4 h:n, 6 h:n ja 12 h:n purkausvirta-arvot 20 °C:n ja 1,8 Vpc:n arvojen perusteella, massa ja akuston akkujen lukumäärä.

Exceliin luotiin tasasuuntaajataulu, johon listattiin tasasuuntaajien tekniset tiedot. Tärkeimmiksi kentiksi määriteltiin, toimittaja, tuotenimike, moduulityyppi, moduulipaikkojen määrä, maksimiteho, jakelusulakkeiden koko ja määrä, osakuormapudotuksien lukumäärä sekä akustosulakkeiden koko ja määrä.

Exceliin luotiin tasasuuntaajamoduuli taulu, johon listattiin tasasuuntaaja moduulien tekniset tiedot. Tärkeimmiksi kentiksi on määriteltiin, toimittaja, tuotenimike ja teho.

3.3 Laskurien rakentaminen

Aloituvaiheessa oli selvittävä kaikki tarvittavat laskennalliset mitoitusliittymät. Nämä liittymät myöhemmin muokattiin excel funktioiksi, jotka suorittavat laskutoimitukset akuston optimointia varten.

Laitetilassa olevien aktiivilaitteiden tarvitsema kapasiteettitarve lasketaan yrityksen omalla akuston mitoitusyökalulla. Akuston mitoitusyökalulla saadaan laskettua kokonaiskapasiteettitarve. Kokonaiskapasiteettitarve ilmoitetaan ampeeritunteina (Ah). Kokonaiskapasiteettitarve on yksi muuttujista, joka tulee tietää ennen kuin akuston kokoonpano voidaan laskea.

Laitetilan tärkeysluokka ja olosuhteet määrittävät kohteen varmistusaikavaatimuksen, joka voimalaitteiden tulee ylläpitää (Taulukko 2.)

Kaava 1. Akustolle kohdistuva kuorma.

Akustolle kohdistuva kuorma jaetaan sen jälkeen vielä ehdotettujen akustojen määrällä. Mikäli rakennuttaja tai urakoitsija ehdottaa, että työ tulisi varmistaa useammalla kuin yhdellä akustolla, jaetaan akustolle kohdistuva kuorma ehdotetulla lukumäärällä. Tällä saadaan tulokseksi yhdelle akustolle kohdistuvan kuorman määrä joka akustosta pitää pystyä purkamaan. Yhdelle akustolle kohdistuvan kuormavaatimuksen laskennan jälkeen, pystytään saatua arvoa vertaamaan toimittajien toimittamiin purkauskäyrä taulukoihin. Purkauskäyrätaulukkoista voi hakea purkausarvoja eri aikaväleille. Akustojen vertailussa tulee käyttää samaa taulukkoa kuin varmistusaikavaatimuksessa on määritetty. Mitoitus on hyväksyttävä mikäli akuston purkuarvo on suurempi kuin akustolle kohdistuva kuorma.

3.4 Käyttöliittymän rakentaminen

Käyttöliittymää rakentaessa oli mieittävä käyttökokemusta ja sen tuomia helpotuksia. Käyttöliittymästä oli tehtävä mahdollisimman yksinkertainen, jotta inhimillisten virheiden määrä pystyttiin karsimaan minimiin. Yksinkertainen käyttöliittymän käyttö oli myös helppo ohjeistaa. Projekteista vastaavat rakennuttajat käyttävät työkalua satunnaisesti ja työkalun yksinkertainen käyttöliittymä varmistaa sen, ettei useampia perehdytyksiä tarvitse järjestää.

Akuston mitoituksen osalta käyttöliittymässä pitää syöttää tiedot neljään tärkeään tietokenttään, jotta laskurit pystyvät tekemään laskennallisen arvion sopivasta akustokokoonpanosta. Kapasiteettitarve, akustojen maksimimäärä, varmistusaikavaatimus ja onko laitetilassa oma akustohuonetta vai ei.

Operaattorin asennusohjeiden mukaan, yhtä tasasuuntaajajärjestelmää kohden saa asentaa maksimissaan kuusi akustoa [2]. Tämä tarkoittaa, että vaihtoehdot akustojen maksimimäärässä on yhdestä kuuteen. Käyttöliittymään rakennettiin pudotusvalikko, josta käyttäjä pystyy valitsemaan asennettavien akustojen määrän yhden ja kuuden välillä.

Varmistusaikavaatimukset ovat viranomaismääräyksien mukaisesti kaksi, kolme, neljä, kuusi tai kaksitoista tuntia. Näiden määräysten mukaisesti käyttöliittymään rakennettiin varmistusaikaa kuvaava pudotusvalikko, josta käyttäjä voi valita laittilan mukaisen viranomaisten määrittämän varmistusajan.

Viimeisenä parametrina akuston valinnassa on akustohuone. Toimittajien katalogeissa on akustoja, joita ei saa asentaa akitiivilaitetilaan. Ne tulee sijoittaa omaan akustohuoneeseen. Tätä määritystä varten käyttöliittymään rakennettiin oma pudotusvalikko. Pudotusvalikossa on vaihtoehtona kyllä tai ei. Pudotusvalikon vastauksella vaikutetaan valittavien akustojen taulukkoon. (Kuva 1.).

Akuston mitoitus			
Kapasiteettitarve	<input type="text" value="400,0 Ah"/>	Ratkaisu	
Akustojen määrä (max 6)	<input type="text" value="3"/>	Akustot	<input type="text" value="3x 12V170FS"/>
Varmistusaika	<input type="text" value="2 H"/>	Yhden akuston kapasiteetti	<input type="text" value="68,0 Ah"/>
Akustohuone	<input type="text" value="Kyllä"/>	Akuston kokonaiskapasiteetti	<input type="text" value="408,0 Ah"/>
		Laajennusvara	<input type="text" value="8,0 Ah"/>
		Akuston kokonaismassa	<input type="text" value="606,0 kg"/>
Akuston kapasiteetti			
Akustovalmistaja	<input type="text" value="Energys"/>	Ratkaisu	
Akusto	<input type="text" value="12V190F"/>	Yhden akuston kapasiteetti	<input type="text" value="76,0 Ah"/>
Akustojen määrä (max 6)	<input type="text" value="3"/>	Akuston kokonaiskapasiteetti	<input type="text" value="456,0 Ah"/>
Varmistusaika	<input type="text" value="2 H"/>	Laajennusvara	<input type="text" value="56,0 Ah"/>
Huom!	<input type="text"/>	Akuston kokonaismassa	<input type="text" value="606,0 kg"/>

Kuva 1. Kuva käyttöliittymästä.

Käyttöliittymän vaalealla taustalla olevat kentät on tarkoitettu käyttäjän muokattavaksi, poislukien Huom!-kohdassa oleva kenttä. Käyttöliittymä toimii pudotusvalikoilla ja laskennat päivittyvät aina kun valintoja muutetaan. Käyttöliittymä on testattu tietokoneella, tabletilla ja puhelimella toimivaksi.

Käyttöliittymään rakennettiin vertaileva akuston kapasiteettilaskuri jolla voidaan verrata olemassa olevaa suunnitelmaa laskurin tuottamaan lopputulokseen. Akuston kapasiteettilaskurin on määrä toimia tarkastustyökaluna, jolla voidaan varmistaa laadukas lopputulos. Samalla nähdään, kuinka paljon ylilaatua kyseinen suunnitelma mahdollisesti sisältää.

4 KÄYTTÖÖNOTTO

4.1 Infotilaisuus

Työkalun valmistuttua järjestettiin infotilaisuus mobiili- ja kiinteän verkon rakennuttamisesta vastaaville esimiehille. Infotilaisuudessa esiteltiin työkalun toiminnallisuuksia ja jatkokehitysmahdollisuuksia. Infotilaisuuden aikana esitettiin kysymyksiä työkalun toiminnasta ja sen ylläpidosta.

Infotilaisuudessa esiteltiin esimerkitapauksien kautta kuinka työkalu laskee tarvittavan akustokokoonpanon laiteasemalle. Esimerkissä otettiin huomioon viranomaismääräysten mukaiset varmistusaikavaatimukset, osakuormanpudotukset, laitetilän lämpötila, laajennusvarat ja laitetilän rajallinen tila.

Infotilaisuuden jälkeen esimiehet antoivat palautetta työkalusta ja sen esittelystä. Palaute oli pääsääntöisesti positiivista ja toivoivat kuulevan lisää kun työkaluun saadaan lisää ominaisuuksia.

Työkalu haluttiin ottaa käyttöön sellaisenaan ja sain toimeksiannon järjestää koulutustilaisuuden rakennuttajille.

4.2 Koulutustilaisuus

Infotilaisuuden jälkeen voimalaiterakentamisen rakennuttajille järjestettiin koulutus, jossa käytännön esimerkkien kautta tarkasteltiin suunnitelmia, työkalun toimivuutta ja käyttökokemusta. Tilaisuuden tarkoitus oli löytää hyviä käyttökokemuksia ja löytää mahdollisia virheitä työkalun toiminnallisuuksista.

Ensimmäiseen koulutukseen osallistui 3 rakennuttajaa, jotka olivat silloisen voimalaitetiimin jäseniä. Tiimiin on sittemmin saatu uusia jäseniä ja uudet tiimiläiset on koulutettu työkalun käyttöön.

Työkalua on ohjeistettu myös muista prosesseista vastaaville rakennuttajille. Työkalu katsottiin hyödylliseksi opettaa myös prosessiin kuulumattomille työntekijöille, jotka mui-

den prosessien yhteydessä varmistavat, että laitetilassa on tarvittavat akustovarmennukset muutostöiden jälkeen. Koulutukseen osallistui muun muassa mobiiliverkon rakennuttajia ja kiinteän verkon rakennuttajia.

Info- ja koulutustilaisuuden jälkeen työkalu on sittemmin otettu käyttöön. Erillisiä perehdytystilaisuuksia järjestetään työntekijöille, jotka työskentelevät akustojen vaihtojen parissa.

POHDINTA

Opinnäytetyön tavoitteena oli suunnitella ja toteuttaa akustonvalintatyökalu, jolla voitiin laskea optimaalinen laitekoonpano operaattorien laitetiloihin. Suunnittelutyökalulla piti pystyä varmistamaan viranomaismääräysten mukaiset varmistusaikavaatimukset. Suunnittelutyökalulla haluttiin myös vähentää suunnitteluvirheistä johtuvia aikataulullisia ja rahallisia kustannuksia. Työkalun oli myös määrä olla helppokäyttöinen.

Suunnittelutyökalu saatiin valmiiksi ja se täytti kaikki opinnäytetyössä määritellyt tavoitteet. Työkaluun kehiteltiin lisäksi vielä mahdollisuus verrata olemassa olevaa suunnitelmaa laskurin omaan suunnitelmaan. Tämä ei ollut alkuperäisenä tavoitteena, mutta se nähtiin tarpeelliseksi työkalua kehittäessä.

Työkalun kehityksessä nousi monia haasteita esille. Lähtöselvittely ja viranomaismääräyksien tulkinnat ovat todella tärkeitä ja niitä on haastava tulkita. Viranomaismääräyksien tulkinta ja laskukaavojen varmistaminen vei pitkän aikaa ja useita tarkistuskertoja.

Alkukankeuksien jälkeen työkalu saatiin hyvälle alulle, mutta kehitys keskeytyi muiden rakentamisen prosessin kehityksen takia. Työkalun kehitys keskeytettiin kuukaudeksi. Työkalun kehittämisen uudelleen käynnistäminen oli hidasta, sillä oli selvitettävä mitä oltiin saatu aikaan ja mitä asioita oli tekemättä.

Työkalun valmistuttua se on otettu käyttöön rakennuttajien kesken yleisesti. Suunnitelmia pystytään tarkistamaan ja varmentamaan huomattavasti nopeammin ja laadukkaammin kuin aikaisemmin. Suunnitelmien virheiden määrä on laskenut ja ylilaadun määrä on myös pienentynyt. Näistä on muodostunut huomattavia kustannussäästöjä.

Työkalu on saanut positiivista palautetta käyttöliittymän helppoudesta. Perehdytystilaisuuden jälkeen useilta käyttäjiltä on tullut suullista palautetta, että se on helppokäyttöinen, eikä suunnitelmien tarkistamiseen kulu enää paljon aikaa. Käyttäjät ovat esittäneet toiveita jatkokehityksen osalta.

Työkalua halutaan jatkokehittää niin, että sitä voidaan hyödyntää myös tasasuuntaaja-järjestelmien ja sen moduulien valinnassa. Tasasuuntaajajärjestelmiin tarvittavat mitoitustiedot on kartoitettu, mutta laskuri ei vielä kykene laskemaan tarkkoja arvoja, kun otetaan huomioon hyötysuhdanteet, resistanssi ja kaapelinpaksuudet.

Teleoperaattorien ja rakennuttajien vastuu on suuri. Viranomaismääräyksien ymmärtäminen ja niiden tulkitseminen jo itsessään on erittäin aikaavievää. Akuston valintatyökälulla päästään keskittymään paremmin itse projektiin ja projektin muihin hallinnollisiin osuuksiin. Rakennuttajilla saattaa olla useita kymmeniä projekteja samanaikaisesti käsittelyssä. Tämä prosessin nopeuttamista auttava työkalu auttaa laadun varmistamisessa, läpimenoaikojen lyhentämisessä ja vähentää suunnitteluvirheitä.

LÄHTEET

- [1] Liikenne- ja viestintävirasto. 2014. Määräys viestintäverkkojen ja -palvelujen varmistamisesta sekä viestintäverkkojen synkronoinnista (Viestintävirasto 54 B/2014 M). Viitattu 10.11.2019 <https://www.finlex.fi/fi/viranomaiset/normi/480001/42160>
- [2] Operaattorin rakennuttamisen ohjeistus. 2016. Viitattu 15.11.2019
- [3] Varta. N.d. Akkusanasto. Viitattu 3.5.2020 <https://www.varta-automotive.fi/fi-fi/varta-teknista-tietoa/perustietoa/akkusanasto>.
- [4] Discover. N.d. General charging information for AGM and GEL batteries. Viitattu 3.5.2020 <https://discoverbattery.com/en/battery-101/general-charging-information-for-agm-and-gel-batteries>
- [5][5] Wikipedia. N.d. LTE. Viitattu 3.5.2020 <https://fi.wikipedia.org/wiki/LTE>
- [6] Wikipedia. N.d. Voice over LTE. Viitattu 3.5.2020 https://fi.wikipedia.org/wiki/Voice_over_LTE
- [7] Sähköala. 2011. Sähkötermit tutuksi. Viitattu 11.5.2020 https://www.sahkoala.fi/koti/muut_artikkelit/fi_FI/sahkotermit_tutuksi/
- [8] Paananen, M. 2014. UPS-tukiverkon laajennus. Viitattu 11.5.2020 <https://www.theseus.fi/handle/10024/70622>